

Репродуктивные (генеративные) **органы**, выполняют функцию полового размножения.

На ранних этапах эволюции репродуктивные органы представляли только органы полового размножения, преимущественно одноклеточные, продуцирующие половые клетки – гаметы. У более высокоорганизованных растений репродуктивные органы – постепенно усложняющиеся образования, в которых развиваются не только органы полового размножения, но совершается половой акт (копуляция гамет) и формируются зачатки новых растений.

Высшим этапом эволюции полового размножения в мире растений является цветок и его производные – семя и плод.

Цветок, соцветия, плоды и семена – генеративные органы цветковых растений.

Цветки поразительно многообразны по строению, окраске и размерам от нескольких мм (семейство рясковые) до 1 метра и более в диаметре (в раффлезии Арнольда).

Цветок (от лат. *flos*) – видоизмененный укороченный побег с совмещенными функциями полового и бесполого размножения.

В обоеполом цветке происходят микро- и мегаспорогенез, микро- и мегагаметогенез, опыление, оплодотворение, развитие зародыша и образование плода с семенами.

Ясно выраженными стеблевыми частями цветка являются цветоножка и цветоложе. Если цветоножка отсутствует, то цветок называют сидячим.

Листовые части цветка – это листочки околоцветника, тычинки (микроспорофиллы) и плодолистики (мегаспорофиллы).

Листовые части цветка располагаются на цветоложе либо по кругу (циклические цветки), либо по спирали (ациклические или спиральные цветки) как, например, у магнолии. Если листочки околоцветника располагаются кругами, а тычинки и плодолистики – по спирали, то это - гемициклические цветки, как у лютиков. Эволюционно ациклические цветки архаичнее циклических (т.е. образовались в процессе эволюции раньше последних).

Все элементы цветка сидят на оси – **цветоложе**. Форма цветоложе может быть плоской, выпуклой или вогнутой (в учебнике еще выделяют удлиненную, но это не обязательно).

В более примитивных цветках, цветоложе часто бывает выпуклым, иногда достигая значительной длины (напр., магнолия, мышехвостик, лимонник), в остальных цветках – укороченное, плоское или (редко) вогнутое в виде бокала, как у шиповника.

В зависимости от формы цветоложа различают разное положение завязи в цветке (об этом позже).

Части цветка принято делить на стерильные – к ним относятся покровы цветка, или *околоцветник* (чашелистики, лепестки), и фертильные, т.е. репродуктивные. Репродуктивными являются *андроцей* и *гинецей*.

У некоторых цветков в результате срастания цветоложа, нижних частей покрова и андроея образуется особая структура, называемая *гипантием*. Она может быть разнообразной формы, иногда участвует в формировании плода (у шиповника) и весьма характерна для представителей семейства розоцветных и многих видов бобовых.

Околоцветник – периантий (P) – совокупность покровных листочков цветка, окружающих тычинки и плодолистики. Околоцветник является покровом цветка, защищающим от внешних воздействий более нежные репродуктивные части – тычинки и пестики. Лепестки околоцветника у насекомоопыляемых растений окрашены, как правило, в яркие, привлекающие опылителей цвета. В этом случае он, кроме защитной функции, выполняет роль привлечения насекомых – опылителей). У ветроопыляемых растений околоцветник невзрачный или отсутствует (их цветки голые).

Околоцветник бывает двух типов: простой (P - периантий) и двойной (Ca, Co).

Если околоцветник состоит из одинаковых по окраске и форме листочков (тюльпан, ландыш), он называется **простой**. Простой чашечковидный околоцветник обычно состоит из листочков зеленого цвета (свекла – *Beta vulgaris*, щавель - *Rumex acetosa*).

Простой венчиковидный околоцветник имеет ярко окрашенные листочки (тюльпан – *Tutira*, гречиха - *Fagopyrum sagittatum*).

Двойной околоцветник состоит из 2-х типов листочков: чашелистиков (обычно зеленых) и лепестков, ярко окрашенных (гвоздика, шиповник, колокольчик).

Совокупность чашелистиков образует **чашечку** цветка (Ca – что соответствует латинскому термину *calyx*). Чашелистики обычно зеленого цвета, но иногда чашечка ярко окрашена (например, у борца - *Aconitum*, фуксии - *Fuchsia*).

Чашелистики в большинстве случаев служат для защиты цветка, особенно в бутоне до его распускания, а если они зеленого цвета (что чаще всего, то служат дополнительными органами фотосинтеза. Яркоокрашенные чашелистики принимают на себя функцию лепестков (привлечение насекомых).

В процессе эволюции цветка чашелистики часто срастаются между собой, образуя **сростнолистную** или спайнолистную чашечку, в которой различают трубку и зубцы (табак – *Nicotiana tabacum*). Иногда чашелистики срастаются между собой почти по всей длине, или лишь основаниями, или наполовину, или на две трети длины.

Если чашелистики свободные (не сросшиеся) тогда чашечка называется раздельнолистная (фиалка – *viola*, лютик – *Ranunculus*, капуста - *Brassica oleracea*).

В некоторых случаях, в частности в плотных густых соцветиях чашечка редуцируется или превращается в летательный аппарат (хохолок – паппус у астровых). Чашечка имеет листовое происхождение.

Иногда кнаружи от чашечки образуется вторая чашечка, именуемая **подчашием**. Подчашие развивается из *прицветников* – сем-во Мальвовые (*Malvaceae*); изредко из *прилистников* семейства Розоцветные (*Rosaceae*).

Совокупность лепестков цветка называется **венчиком**, что соответствует введенному Линнеем латинскому термину *corolla* (**Co**), буквально означающему веночек.

Основная функция лепестков – привлечение опылителей и содействие успешному опылению.

По происхождению многие современные авторы считают лепестки стерилизовавшимися (т.е. потерявшими пыльники) тычинками. Классическим примером, иллюстрирующим превращение тычинок в лепестки, является семейство нимфейных. У некоторых представителей этого рода, например у Кувшинки, в пределах одного и того же цветка наблюдаются постепенные переходы от тычинок к лепесткам.

Превращение тычинок в лепестки нередко наблюдается в виде отклонений от нормального развития, так называемых уродств (аномалий). В результате возникают махровые формы, столь характерные для многих декоративных растений.

Однако не у всех цветковых растений лепестки имеют, бесспорно, тычиночное происхождение. Например, у представителей семейства магнолиевых или рода Пион лепестки связаны в своем происхождении не с тычинками, а с чашелистиками.

Как показывают исследования французского ботаника П.Озенда (1049) и немецкого ботаника П.Хипка (1965) лепестки у этих растений, так же как и у некоторых других (в том числе у видов бадьяновых, лимонниковых) имеют, как и чашелистики, листовое происхождение.

Таким образом, подтверждается точка зрения таких авторов как английский ботаник Дж. Паркин (1907), русский ботаник Б.М. Козо-Полянский (1922), американский ботаник А.Имс (1961) и Дж. Л. Стеббинс (1974) и др. которые считают, что лепестки произошли частью из тычинок, а частью (вместе с чашелистиками) из верховых листьев.

Венчик отличается большой эволюционной пластичностью и подвергается большим морфологическим изменениям, связанным с биологией опыления. Поэтому размеры, строение и окраска венчика отличаются исключительным разнообразием.

Венчик может быть **раздельнолепестным** – лепестки образующие венчик свободные, например, у сурепки, земляники, вишни, шиповника и **спайнолепестным** (шалфея, табака).

Цвет лепестков определяют или хромoplastы, например у лютиков, или пигменты клеточного сока. В последнем случае окраска лепестков может меняться в соответствии с наличием кислот в клеточном соке и степенью их концентрации иногда несколько раз в течение суток. Так, у декоративного гибискуса – утром лепестки белые, днем бледно-розовые, вечером ярко-розовые.

По симметрии цветки делят на **актиноморфные** или правильные, которые имеют радиальную симметрию, т.е. несколько плоскостей симметрии (*) и **зигоморфные** или неправильные цветки, с одной плоскостью симметрии (↑). Существуют также **ассиметричные** цветки. Через такой цветок нельзя

провести ни одной плоскости симметрии, листочки его околоцветника разной величины (цветки валерианы лекарственной).

Внутри от околоцветника расположены тычинки. Совокупность тычинок (мужских органов полового размножения) в одном цветке называется **андроцеом (А)**.

Тычинка служит для образования микроспор. Типичная тычинка состоит из двух частей: пыльника (фертильной части) и тычиночной нити (стерильной части). Пыльник состоит из двух половин, называемых теками, соединенных между собой связником. Это средняя стерильная часть пыльника. У злаков связник очень короткий, а у фиалки и у вороньего глаза значительно удлиннен и выступает над пыльником.

Пыльник – это видоизмененный микроспорофилл. Каждая половинка пыльника несет 2 гнезда – микроспорангия. Гнезда пыльников иногда называют пыльцевыми мешками. Внутри каждого гнезда имеется спорогенная ткань, из клеток которой образуются микроспоры, а затем пыльца.

Снаружи пыльник покрыт эпидермой, а внутренний слой, выстилающий полость пыльника называется тапетумом. Содержимое его клеток идет на питание образовавшихся микроспор.

Иногда тычинки могут срастаться между собой в области тычиночных нитей или в области пыльников.

У некоторых видов растений часть тычинок не имеет пыльников и представлена лишь тычиночными нитями. Такие бесплодные тычинки называют стаминодиями.

Гинецей (G) – совокупность плодолистиков одного цветка, образующих один или несколько пестиков в цветке.

Пестик или плодник – закрытоеместилище для семязачатков, образованное вследствие срастания краев одного или нескольких плодолистиков. Пестик, образованный одним плодолистиком, называется простой. Пестик, состоящий из двух или нескольких сросшихся плодолистиков – сложный.

Различают три эволюционно связанных типа гинецея:

Монокарпный гинецей представлен в цветке одним простым пестиком. Характерен для семейства бобовые.

Апокарпным называется гинецей, состоящий из двух и более простых пестиков. В данном типе эволюционного развития гинецея плодолистики между собой не срастаются. Это более простой и древний, примитивный тип гинецея. Он характерен для таких семейств как магнолиевые, лютиковые, для некоторых представителей розоцветных.

Ценокарпный гинецей состоит из нескольких сросшихся между собой плодолистиков, образующих единый пестик. Ценокарпный гинецей – очень распространенный тип, характерен для многих семейств. В зависимости от способа срастания плодолистиков в ценокарпном гинецее различают несколько подтипов (в учебнике).

Иногда выделяют **псевдомонокарпный** гинецей, который развился из ценокарпного. Он образован одним сложным пестиком, но внутри одна семяпочка.

Сравнивая между собой строение основных типов гинецея и их происхождение можно сделать вывод, что эволюционное развитие гинецея шло по трем направлениям:

- 1) срастание плодолистиков (апокарпный - ценокарпный);
- 2) уменьшение числа пестиков (апокарпный - монокарпный);
- 3) сокращение числа семязачатков в завязи до одного (ценокарпный - псевдомонокарпный).

Пестик состоит из завязи, столбика и рыльца. Из завязи формируется плод, рыльце воспринимает пыльцу, столбик выносит рыльце ближе к опылителям. Рыльце пестика содержит особую железистую ткань, служащую для улавливания пыльцы. Столбик (или стилодий) приподнимает рыльце высоко над завязью, если столбика нет, то рыльце называется сидячим. В завязи образуются семязачатки или семязачатки.

Завязь пестика выполняет функцию влажной камеры, предохраняющей семязачатки от высыхания. Пестик надежно укрывает семязачатки от поедания насекомыми и отчасти от резких колебаний температур. Структура пестика идеально приспособлена к опылению и оплодотворению. В семязачатках происходит процесс образования мегаспор и гамет. Место прикрепления семязачатков в завязи называется плацентой.

Положение завязи в цветке зависит от формы цветоложа и степени срастания завязи с цветоложем. По положению завязи различают цветки с нижней, верхней и средней завязью.

Верхняя завязь (свободная) **G** (черточка обозначает цветоложе и его положение по отношению к завязи G). Пестик располагается в цветке так, что его завязь хорошо видна, свободна (пестик сидит на цветоложе).

Нижняя завязь (**G**) – завязь пестика погружена в цветоложе и стенки ее срастаются с цветоложем, поэтому завязь не видна, видны только столбик и рыльце.

Средняя завязь (**G**) – завязь частично погружена в цветоложе и срослась с ним, верхняя часть завязи осталась свободной, видна.

Пол цветка. Мужскую сферу в цветке представляют тычинки, женскую – пестик.

Обоеполый цветок имеет и тычинки и пестики (A и G). Однополые цветки имеют или тычинки – это мужские, или тычиночные цветки, или имеют только пестики – это женские или пестичные цветки.

Раздельнополые цветки могут встречаться на одном растении. Такое растение будет однодомным (кукуруза). Виды растений, у которых одни индивидуумы несут только тычиночные цветки, а другие только пестичные, называются двудомными (крапива двудомная).

В целях краткости и наглядности строение цветка можно изобразить в виде формулы или диаграммы.

Формула цветка – краткая условная форма записи строения цветка. При этом используются буквенные обозначения частей цветка (P или Ca и Co, A, G), цифровые - число членов цветка и скобки – срастание определенного числа элементов цветка (цифра в скобках).

Используются также значки симметрии - * или \uparrow и пола - σ или ρ .
Запись формулы производится в одну строчку.

Чашелистики составляют наружный круг цветка, а в формуле стоят на первом месте (Ca). Венчик образует следующий круг в цветке и в формуле цветка следует за чашечкой (Co). Черточкой указывается положение завязи в цветке. Например:

цветок тюльпана $*\sigma\rho P_{3+3} A_{3+3} G_{(3)}$

правильный, с простым раздельнолистным околоцветником из шести листочков, расположенных в два круга по три. Цветок обоеполый: андроцей из 6 свободных тычинок, расположенных в два круга по три, гинецей ценокарпный – пестик один из трех сросшихся плодолистиков, завязь верхняя.

Строение цветка с правильным двойным околоцветником и нижней завязью:

цветок яблони $*\sigma\rho Ca_5 Co_5 A_{\infty} G_{(5)}$

Строение цветка с неправильным двойным околоцветником, венчик которого мотылькового типа:

Цветок гороха $\uparrow\sigma\rho Ca_5 Co_{1+2+(2)} A_{1+(5+4)} G_1$

Диаграмма цветка - условное изображение плана строения цветка (проекция частей цветка на плоскость), отражающее число, взаимное расположение, срастание и относительные размеры частей цветка.

О **происхождении цветка** существуют различные теории. Наиболее обоснованное и общепринятое представление о природе цветка дает эвантовая теория (от «эвантиум» - настоящий цветок) или близкая к ней стробилилярная теория (от греч. «стробилнос» - шишка хвойного). Идея происхождения цветка от побегов в результате метаморфозов (т.е. эвантовая теория) была впервые высказана В.Гете (1790), его догадка получила обоснование в трудах О. Декандолля (1813), Г.Галлира и многих других зарубежных и отечественных ученых имевших отношение к возникновению классической эвантовой теории.

Согласно псевдантовой теории (от греч. «псевдантиум» - ложный цветок), цветок рассматривается как метаморфоз целого соцветия.

СОЦВЕТИЯ.

Часто растение развивает лишь один цветок, как это мы видим, например, у тюльпана и многих других травянистых растений. Нередко цветки бывают расположены одиночно на верхушке вегетативных побегов, как у большинства магнолиевых, или же одиночные цветки видят в пазухах листьев как у рода бадьян, лимонник и др. Но гораздо чаще цветки сидят не одиночно, а образуют группировки с определенным их расположением, называемые соцветиями.

Соцветие (*inflorescentina*) – побег или система специализированных побегов, несущих цветки. На узлах осей соцветия располагаются листья, которые называются **прицветники**, а в узлах цветоножки – **прицветнички**. Соцветия свойственны большинству цветковых растений. Закладываются соцветия внутри цветочных или смешанных почек.

Число цветков в соцветии сильно варьирует от одного до трех (например, у гороха) до нескольких десятков тысяч (у некоторых видов агавы, пальм); величина соцветий иногда достигает в длину 12 м (например, у пальм рода каламус – *Calamus*).

Чаще всего соцветия располагаются близ верхней части растения на концах ветвей, но иногда, особенно у тропических деревьев возникают на стволах и толстых ветвях. Такое явление известно под названием каулифлории (от лат. «каулис» - стебель, «флос» - цветок). В качестве примера можно привести шоколадное дерево – *Theobroma cacao*. Ученые считают, что в условиях тропического леса каулифлория делает цветки более доступными для насекомых опылителей.

Соцветие имеет главную ось и боковые, которые, в свою очередь более или менее разветвлены. На самых конечных разветвлениях – цветоножках находятся цветки. Оси соцветий, так же, как и у вегетативных побегов, делятся на узлы и междоузлья. В узлах могут располагаться обычные листья или видоизмененные (по форме, окраске) листья – прицветники (брактеи). В первом случае соцветия считаются фрондозным, т.е. облиственным, а во втором - брактеозное соцветие.

Соцветия отличаются большим разнообразием, которое с трудом поддается классификации. Но так как строение соцветий и их развитие имеют большое значение для точного описания и систематизации цветковых растений, а также для анализа морфологических особенностей лекарственных растений, то уже давно предпринимаются попытки их классификации.

В создание классификации внесли большой вклад ученые ботаники: А.Эйхлер (немецкий, 1875); М.И.Голенкин (русский, 1937), В.Трольль (немецкий, 1964), Дж.Л.Стеббинс (американский, 1974). Современная классификация довольно сложна, поэтому мы с вами будем пользоваться различными упрощенными вариантами.

В зависимости от степени разветвленности соцветия делят на простые и сложные. У **простых** соцветий боковые оси не разветвлены и являются цветоножками. У **сложного** соцветия боковые оси несут частные или парциальные соцветия.

Соцветия могут быть как **открытыми** (верхушечная ось не заканчивается цветком), так и **закрытыми** (верхушечная ось заканчивается цветком). У сложного соцветия верхушечными цветками могут заканчиваться главная и боковые оси (закрытый тип) или не заканчиваться цветками (открытый тип).

Классификация соцветий может осуществляться на основе особенностей ветвления побегов и порядка распускания цветков. В соответствии с этим соцветия подразделяют на **ботриоидные** или моноподиальные (моноподиальное ветвление) и **цимоидные** или симподиальные, так как они

характеризуются симподиальным ветвлением парциальных соцветий. (Ботриоидные от греч «ботрион» - кисть, цимоидные от лат цимозус – со многими отростками.)

Моноподиально ветвящиеся (ботриоидные)

Простые и сложные
Открытые и закрытые
Ветвление моноподиальное

Хорошо выражена главная ось
Акропетальное раскрытие
цветков, т.е. снизу вверх, если соцветие
вертикальное (кисть, колосс) и от пе-
риферии к центру, если соцветие рас-
положено горизонтально (зонтик, кор-
зинка).

Симподиально ветвящиеся (цимоидные)

Симподиальное ветвление (мо-
нохазии) и ложнодихомичес-
кое ветвление (дихазии)

Главная ось не выражена
Базипетальное раскрытие
цветков, т.е. сверху вниз от
верхушки соцветия к боковым
ветвям; если цветки распо-
жены в одной плоскости, как
у соцветия плейохазий, зацве-
тание идет от центра к пери-
феерии (центробежно).

Простые ботриоидные (моноподиальные) соцветия.

Кисть - все цветки сидят на цветоножках, которые поочередно прикрепляются к главной оси соцветия (черемуха).

Колос – производное кисти, отличающийся от нее отсутствием цветоножек у цветков (подорожник).

Сережка – отличается от кисти и колоса поникающей осью соцветия, так как механические ткани в оси соцветия развиты слабо (береза, ольха, лещина).

Початок – отличается от колоса разросшейся главной осью соцветия (кукуруза). Часто початок окружен прицветным листом, называемым покрывалом.

Щиток – сходен с кистью, но у щитка нижние цветоножки длиннее верхних и, поэтому, цветки его расположены на одном уровне, в одной плоскости (рябина, боярышник).

Зонтик – все цветоножки с прицветниками выходят от верхушечной точки укороченной оси соцветия (вишня, черешня).

Головка – видоизмененный зонтик, у которого разрастаются главная ось в виде головки, а на ней располагаются цветки на укороченных цветоножках или же сидячие (клевер).

Корзинка – главная ось соцветия разрастается в виде чаши или ложа, на котором располагаются сидячие цветки, окруженные со всех сторон (часто в два ряда) видоизмененными листьями – листовой оберткой (подсолнечник, ромашка).

Сложные ботриоидные (моноподиальные) соцветия.

Метелка (или сложная кисть) – главная ось ветвится, т.е. образует боковые побеги первого или второго порядка, на которых располагаются цветки на цветоножках (сирень).

Сложный колос – на главной оси от каждого узла вместо цветков отходят боковые побеги с сидячими на них цветками, т.е. простые колоски (пшеница, рожь).

Сложный зонтик – на верхушке главной оси вместо цветков отходят простые зонтики (морковь).

Сложный щиток – растение Очиток

Цимоидные (симподиальные) соцветия.

Различают три типа симподиальных соцветий: монохазии, дихазии и плейохазии. У монохазииальных на смену главной оси идет одна боковая ось, у дихазииальных – две, а у плейохазииальных - несколько.

Монохазии.

Извилина – от главной оси отходит ось второго порядка, от второго третьего порядка и т.д., то с одной, то с другой стороны (лютик едкий).

Завиток – от главной оси отходит ось второго порядка, от второго третьего и т.д., но при этом оси отходят только в одном направлении, как бы закручиваясь в улитку, или завиток (незабудка и другие представители семейства Бурачниковые).

Дихазии.

Развилка – под цветком главной оси образуются супротивно расположенные ветви (оси), заканчивающиеся цветком. В дальнейшем каждая из этих осей также образует две супротивно расположенные оси (гвоздика).

Двойной завиток – под цветком главной оси супротивно образуются два простых завитка.

Плейохазий – ниже цветка, которым заканчивается главная ось, развивается несколько боковых осей (с цветками или соцветиями), перерастающих главную ось и расположенных мутовкой (молочай).

Своеобразны сложные соцветия – **тирсы** (от греч. «тирс» - стебель, жало). Они как бы совмещают в себе признаки ботриоидных и цимоидных соцветий. У тирсов главная ось нарастает моноподиально, степень разветвления боковых осей падает снизу вверх; поэтому тирсы имеют часто пирамидальную форму. Но боковыми осями тирсов всегда являются различные цимоиды. Тирсы бывают **закрытыми** (главная ось заканчивается цветком) и **открытыми** (главная ось не заканчивается цветком). По степени разветвления боковых осей выделяют: **плейотирсы**, **дитирсы** и **монотирсы**. (тирсы самостоят. по учебнику).

Эволюция соцветий вероятнее всего, шла в направлении увеличения общего числа цветков на побеге, уменьшения их размеров и соединения в компактные группы, напоминающие одиночный цветок с четкой дифференциацией функций между отдельными цветками (у василька, например, краевые цветки – бесплодные – привлекают насекомых, средние цветки – невзрачные, мелкие – дают семена) и приспособлением к определенным агентам опыления (инжир опыляется методом капрификации. Это связано с особой формой энтомофилии, осуществляемой специализированными опылителями, мелкими перепончатокрылыми семейства Ангонид), обеспечивающим большую вероятность в образовании семян.

Строение соцветий имеет большое значение в систематике растений, так как дает представление о направлениях эволюции близких в систематическом отношении групп.

Биологический смысл возникновения соцветий – в возрастающей вероятности опыления цветков. Несомненно, что насекомое быстрее заметит соцветие, и за единицу времени посетит гораздо больше цветков, если они собраны в соцветия.